

CLEANING METHOD OF SEMICONDUCTOR MANUFACTURING APPARATUS

Patent Number: JP5291213
Publication date: 1993-11-05
Inventor(s): IIZUKA KATSUHIKO
Applicant(s): FUJITSU LTD
Requested Patent: ☐ JP5291213
Application Number: JP19920088599 19920409
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/302
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To provide a cleaning method, of a semiconductor manufacturing apparatus, wherein undesired deposits can be removed and the inside of a treatment chamber can be cleaned in a short time in a cleaning method where the undesired deposits in the treatment chamber of a dry etching apparatus or the like due to an RIE method or an ECR method are removed by a treatment gas.

CONSTITUTION: In the cleaning method of a semiconductor manufacturing apparatus, deposits which have been deposited inside a treatment chamber 1 used to etch a body, to be worked, placed on a mounting stand 4 are removed by using a treatment gas. The cleaning method is constituted so as to include the following: a protective body 21 is placed on the mounting stand 4 in order to protect the mounting stand 4 from the treatment gas; the protective body 2 is introduced into the treatment chamber 1 in a state that its temperature is kept at 0 deg. or lower; and the deposits are removed by means of the treatment gas which has been activated.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-291213

(43) 公開日 平成5年(1993)11月5日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 1 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

N 8518-4M

F 8518-4M

審査請求 未請求 請求項の数24(全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平4-88599

(22) 出願日 平成4年(1992)4月9日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 飯塚 勝彦

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 岡本 啓三

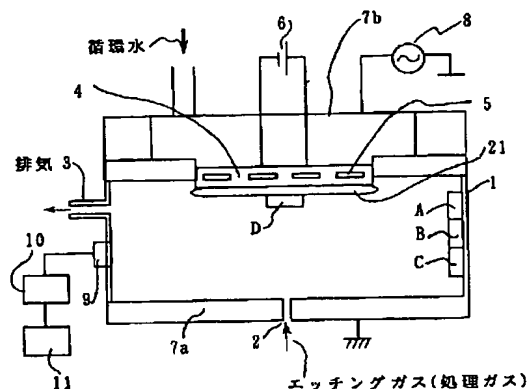
(54) 【発明の名称】 半導体製造装置の清浄方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、R I E法やE C R法によるドライエッチング装置等の処理室に堆積した不要な堆積物を処理ガスにより除去する半導体製造装置の清浄方法に関し、不要な堆積物を短時間で除去し、処理室内を清浄にすることが可能な半導体製造装置の清浄方法の提供を目的とする。

【構成】 載置台4上に置いた被加工体をエッチングする処理室1内に堆積した堆積物を処理ガスにより除去する半導体製造装置の清浄方法において、処理ガスから載置台4を保護するために載置台4上に保護体21を置き、かつ保護体21の温度を0℃以下に保持した状態で、処理室1内に導入し、活性化した処理ガスにより堆積物を除去することを含み構成する。

本発明の実施例に係る平行平板型R I E装置について説明する構成図



1: チャンバ(処理室)

2: ガス導入口

3: 排気口

4: 載置台

5: 静電チャック

6: 直流電源

7a: 上部電極

7b: 下部電極

8: 高周波電源

9: 石英盤

10: 終点検出器

11: レコーダー

21: シリコンウエハ

(保護体)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 載置台上に置いた被加工体をエッチングする処理室内に堆積した堆積物を処理ガスにより除去する半導体製造装置の清浄方法において、前記処理ガスから前記載置台を保護するために該載置台上に保護体を置き、かつ該保護体の温度を0℃以下に保持した状態で、該処理室内に導入し、活性化した処理ガスにより前記堆積物を除去することを特徴とする半導体製造装置の清浄方法。

【請求項2】 前記保護体はシリコンウエハであることを特徴とする請求項1記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項3】 前記処理ガスはハロゲン系ガスを含むガスであることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項4】 前記ハロゲン系ガスはCF₄ガス、SF₆ガス、NF₃ガス及びC₂F₆ガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項3記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項5】 前記処理ガスは酸素を含むガス、窒素を含むガス及び希ガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項2～請求項4のうちのいずれかに記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項6】 前記酸素を含むガスはO₂ガス及びO₃ガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項5記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項7】 前記窒素を含むガスはN₂ガス及びN₂Oガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項5又は請求項6記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項8】 前記希ガスはHeガス及びArガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項5～請求項7のうちのいずれかに記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項9】 載置台上に置いた被加工体をエッチングする処理室内に堆積した堆積物を処理ガスにより除去する半導体製造装置の清浄方法において、前記処理室内に導入し、活性化した希ガスとフッ素を含むガスとの混合ガスからなる処理ガスにより前記堆積物を除去することを特徴とする半導体製造装置の清浄方法。

【請求項10】 前記処理ガスから前記載置台を保護するために前記載置台上にシリコンウエハからなる保護体を置くことを特徴とする請求項9記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項11】 前記希ガスはHeガス及びArガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項9又は請求項10記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項12】 前記フッ素を含むガスはCF₄ガス、

SF₆ガス及びNF₃ガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項9～請求項11のいずれかに記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項13】 前記処理ガスに、酸素を含むガス及び窒素を含むガスのうち少なくとも1つを含むガスを添加することを特徴とする請求項9～請求項12記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項14】 前記酸素を含むガスはO₂ガス及びO₃ガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項13に記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項15】 前記窒素を含むガスはN₂ガス及びN₂Oガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項13又は請求項14のいずれかに記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項16】 載置台上に置いた被加工体をエッチングする処理室内に堆積した堆積物を処理ガスにより除去する半導体製造装置の清浄方法において、前記処理ガスから前記載置台を保護するために該載置台上に保護体を置き、該処理室内に導入し、活性化した、窒素を含むガスとフッ素を含むガスとの混合ガスからなる処理ガスにより前記堆積物を除去することを特徴とする半導体製造装置の清浄方法。

【請求項17】 前記保護体はシリコンウエハであることを特徴とする請求項16記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項18】 前記窒素を含むガスはN₂ガス及びN₂Oガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項16又は請求項17記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項19】 前記フッ素を含むガスはCF₄ガス、SF₆ガス及びNF₃ガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項16～請求項18のいずれかに記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項20】 前記処理ガスに酸素を含むガスを添加することを特徴とする請求項16～請求項19記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項21】 前記酸素を含むガスはO₂ガス及びO₃ガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項20に記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項22】 載置台上に置いた被加工体をエッチングする処理室内に付着した付着物を処理ガスにより除去する半導体製造装置の清浄方法において、前記処理ガスから前記載置台を保護するために該載置台上に保護体を置き、該処理室内に導入し、活性化した、40%以上、60%未満の混合比率の酸素を含むガスとフッ素を含むガスとの混合ガスにより前記堆積物を除去することを特徴とする半導体製造装置の清浄方法。

【請求項23】 前記酸素を含むガスはO₂ガス及びO₃

、ガスのうち少なくとも1つを含むガスであることを特徴とする請求項22に記載の半導体製造装置の清浄方法。

【請求項24】 前記フッ素を含むガスは CF_4 ガス、 SF_6 ガス及び NF_3 ガスのうちいずれか1つを含むガスであることを特徴とする請求項22又は請求項23記載の半導体製造装置の清浄方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】 (目次)

- ・産業上の利用分野
- ・従来技術
- ・発明が解決しようとする課題
- ・課題を解決するための手段
- ・作用
- ・実施例 (図1～図4)
- ・発明の効果

【0002】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体製造装置の清浄方法に関し、更に詳しく言えば、 RIE 法や ECR 法によるドライエッチング装置等の処理室に堆積した不要な堆積物を処理ガスにより除去する半導体製造装置の清浄方法に関する。

【0003】

【従来技術】 近年の微細加工技術においては、寸法制御性の高い異方性加工ができる反応性イオンエッチング (RIE) 法や電子サイクロトロン共鳴 (ECR) 法によるドライエッチングが主流となっている。

【0004】 しかし、これらの方法は反応性ガスに堆積性のガスを混合させたり、反応性ガスが被エッチング体と反応して生成した反応生成物を再付着させたりすることによって異方性形状を得ているために、基体上だけでなく、処理室内の至るところに堆積物が生じる。該堆積物は剥離して被加工体を再現性良く加工することを妨げたり、プラズマ発光モニタ用の窓を曇らせたりする。

【0005】 そこで、不必要な部分に堆積した堆積物を除去することが必要となっている。従来試みられている堆積物の除去には、 O_2 ガスやフッ素を含むガスを用いたドライクリーニング法がある。しかし、 O_2 ガスだけでは SiO_2 などの無機物は除去できず、また有機物の除去速度も遅い。一方、フッ素を含むガスだけでは有機物や SiO_2 などの無機物の除去速度が遅い。そこで、 O_2 ガスとフッ素を含むガスの混合ガスが用いられ、更に、除去速度を上げることが試みられている。その方法としては以下の方法がある。即ち、

①清浄にすべき処理室とは別に CF_4 ガスと O_2 ガスとの混合ガスのプラズマを発生させる活性化室を設け、そこで生成された中性活性種を圧力差によって清浄にすべき処理室に導入して、該処理室に堆積した不要な堆積物を除去する方法 (特公昭60-238474, 特公昭62-40728)

②清浄にすべき処理室内で、40%以下の混合率を有す

る O_2 ガスと SF_6 ガスの混合ガスをプラズマ放電によって励起させ、該処理室に堆積した不要な堆積物を除去する方法 (特公昭64-64326, 特公平1-136970, 特公平1-171227, 特公平2-129371, 特公平2-156634)

③清浄にすべき処理室内で、 NF_3 ガス又はその他のフッ素を含むガスと水蒸気との混合ガスをプラズマ放電によって励起させ、該処理室に堆積した不要な堆積物を除去する方法 (特公平2-94522) がある。

10 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の方法はそれぞれ次のような問題点を有している。即ち、①プラズマで生成されたイオンと中性活性種のうち圧力差によって中性活性種のみを引き出して反応生成物を除去する速度が非常に遅いため、堆積物の除去に長時間を要する。また、中性活性種のみで反応生成物を速やかに除去するには、内壁を $300^\circ C$ 以上に高める必要がある。しかし、真空を保つために使われているリングの耐熱性が $150^\circ C$ であるため、 $300^\circ C$ の加熱は実施可能である。

20

【0007】 ②処理ガスの活性化を行うための電極面及びウエハが置かれるステージ面に垂直な方向に対しては除去速度は速くなるものの、電極面及びステージ面に平行な方向 (例えば処理室内の内壁面に垂直な方向) に対しては除去速度の遅いままなので、処理室内の内壁面に多く付着する堆積物の除去には長時間を要する。

【0008】 ③水蒸気中の水素が NF_3 ガスやフッ素を含むガスのフッ素と反応して HF を形成して排気されるため、堆積物を除去すべきフッ素の量が減ってしまい、かえって水蒸気を混合しない場合よりも除去速度が低下する。

【0009】 本発明は、かかる従来技術の問題点に鑑みて創作されたものであり、 RIE 法や ECR 法によるドライエッチングの行われた処理室内壁に堆積した不要な堆積物を短時間で除去し、処理室内を清浄にすることが可能な半導体製造装置の清浄方法の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上記課題は、第1に、処理室内の載置台上に置いた保護体、例えばシリコンウエハの温度を $0^\circ C$ 以下に保持した状態で、処理室内に導入し、プラズマ放電によって活性化された処理ガス、例えば CF_4 ガス、 SF_6 ガス、 NF_3 ガス及び Cl_2 ガスのうち少なくとも1つを含むハロゲン系ガスを用いて堆積物を除去することによって達成され、第2に、第1の発明の処理ガスに酸素を含むガス、窒素を含むガス及び希ガスのうち少なくとも1つを含むガスを添加したガスを用いて堆積物を除去することによって達成され、また、シリコンウエハを冷却しない場合は、第3に、処理ガスとして希ガスとフッ素を含むガスとの混合ガス、窒素を含むガスとフッ素を含むガスとの混合ガスを用いて

40

50

堆積物を除去することによって達成され、第4に、処理室内に導入し、活性化し処理ガスとして、40%以上、60%未満の混合比率の酸素を含むガスとフッ素を含むガスとの混合ガスを用いて堆積物を除去することによって達成され、更に、第5に、載置台保護のためのシリコンウエハの有無に係わらず処理ガスとして希ガスとフッ素を含むガスとの混合ガスを用いて堆積物を除去することによって達成される。

【0011】なお、上記の希ガスはHeガス及びArガスのうち少なくとも1つを含むガスであり、酸素を含むガスは例えばO₂ガス及びO₃ガスのうち少なくとも1つを含むガスであり、フッ素を含むガスは例えばCF₄ガス、SF₆ガス及びNF₃ガスのうち少なくとも1つを含むガスである。

【0012】

【作 用】本願発明者の調査によれば、処理室内の内壁面に垂直な方向に対して除去速度が遅くなる原因は、生成されたフッ素イオンやフッ素ラジカルが載置台を保護するために載置台上に置かれたシリコンウエハのエッチングに消費され、堆積物の除去に有効に消費されなかったためである。従って、保護のためのシリコンウエハのエッチングに消費されるフッ素イオンやフッ素ラジカルを低減することが必要である。

【0013】本願発明者は、シリコンウエハとの反応を制御する第1の方法として、シリコンウエハの温度を下げる方法を考え、載置台上に載置された保護のためのシリコンウエハの温度に対する、処理室内の内壁及び載置台上の堆積物の除去速度（エッチレート）の関係を調査した。なお、処理ガスとしてCF₄ガスとO₂ガスとの混合ガスを用い、堆積物のうち無機物の代表としてSiO₂膜を、有機物の代表としてレジスト膜を用いて実験を行った。堆積物としての試料は、4か所、即ち、図4のRIE装置の処理室内壁に3つ（A、B、C）、載置台上のシリコンウエハの上に1つ（D）設置した。処理室内壁の3つは載置台の方に近いところからA、B、Cとしている。

【0014】結果は、SiO₂膜の場合、図1（a）に示すように、シリコンウエハの温度が低くなるほど処理室内の内壁での除去速度は大きくなり、一方載置台上での除去速度は小さくなった。そして、0℃付近で除去速度が逆転した。また、レジスト膜の場合、図1（b）に示すように、SiO₂膜の場合のように逆転するまでには至らなかったが、同じ様な傾向を示した。そして、0℃付近で載置台上でのSiO₂膜の除去速度と同程度になった。

【0015】更に、シリコンウエハとの反応を制御する第2の方法として、フッ素イオンやフッ素ラジカルに対してシリコンよりもエッチングされにくいシリコン窒化膜やシリコン酸化膜でシリコンウエハの表面を被覆する方法が考えられる。即ち、

①処理ガスに窒素ガスを含ませ、プラズマ放電により活性化してシリコンウエハの表面を曝してシリコンウエハを窒化し、シリコン窒化膜を形成することにより、フッ素イオンやフッ素ラジカルの消費を低減して、処理室内の内壁の堆積物の除去速度を高め得ることが実験により確かめられた。

【0016】②酸素を含ませた処理ガス、O₂ガスの混合比率が40%以上60%以下となるO₂ガスとCF₄ガスとの混合ガス、又はO₂ガスの混合比率が40%以上60%未満のO₂ガスとSF₆ガスとの混合ガスをプラズマ放電により活性化し、シリコンウエハの表面を曝して酸化し、シリコン酸化膜を形成することにより、フッ素イオンやフッ素ラジカルの消費を低減して、処理室内の内壁の堆積物の除去速度を高め得ることが、図2（a）、（b）、又は図3に示すように、実験により確かめられた。このとき、O₂の混合比率は40%を下回ると、シリコンウエハの酸化が不十分となり、処理室内の内壁の堆積物（SiO₂膜又はレジスト膜）の除去速度が遅いままとなる。また、O₂ガスの混合比率が60%以上であると、フッ素の量が相対的に減少することからフッ素イオンやフッ素ラジカルの生成が低下し、処理室内の内壁の堆積物の除去速度が遅くなってしまう。更に、O₂ガスの混合比率が60%以上であると、反応生成物までも酸化してしまい、除去しにくくなる。そして、反応生成物の酸化物は塵になるので、好ましくない。なお、O₂ガスの混合比率が40%以上60%未満となるO₂ガスとNF₃ガスとの混合ガスの場合にも同様な結果が得られた。

【0017】また、フッ素イオンやフッ素ラジカルの消費を防ぐだけでなく逆にフッ素イオンやフッ素ラジカルの量を積極的に増やすことも考えられる。即ち、反応ガスに希ガスを加えてプラズマの発生効率を高め、フッ素イオンやフッ素ラジカルを増やすことにより、シリコンウエハの有無に係わらず、処理室内の内壁の堆積物の除去速度を高め得ることが実験により確かめられた。希ガスとしてはHeガスが好ましい。これは、Heガスはプラズマ放電によって励起されやすいためである。

【0018】

【実施例】次に、図面を参照しながら本発明の実施例について説明する。図5は実施例の半導体装置の製造方法に用いられる平行平板型RIE装置の構成図である。

【0019】図4において、1は処理ガスを導入し、プラズマ放電により活性化することにより被加工体のエッチングを行う減圧可能なチャンバ（処理室）、2は処理室1内に処理ガスを導入するためのガス導入口、3は処理室1内を減圧するため、及び処理済のガス等を排気するため、不図示の排気装置と接続されている排気口である。

【0020】また、4はエッチングのとき被加工体を載置し、かつ堆積物を除去する際シリコンウエハ21によ

り保護される、処理室1内に設けられた載置台で、ウェハ保持手段として静電チャック5が内蔵されている。シリコンウエハ21の温度は、シリコンウエハ21と載置台4との間に流したHeガスの圧力と載置台4内部に循環する冷却水（この場合、フロリナート（商品名）を用いている）の温度とにより制御する。これにより、シリコンウエハ21の温度は載置台4の温度とほぼ同じになる。また、載置台4はプラズマ放電を行うための上部電極7bと接続され、上部電極7bは高周波電源8と接続されている。6は静電チャック5と接続された直流電源、7aは上部電極7bと接続された載置台4と対向する下部電極で、接地されている。9はプラズマ発光を観察する石英窓、10は石英窓9に接続された終点検出器、11はレコーダーである。

【0021】A～Dは処理室1内の堆積物の除去速度を知るモニタとして、処理室1内に設置した堆積物としての試料で、処理室1内の4か所、即ち、載置台4面に平行な方向（例えば処理室1の内壁面に垂直な方向）に面する処理室1の内壁に3つ（A、B、C）、載置台4上のシリコンウエハ21の上に1つ（D）設置されている。なお、処理室1内壁の3つは載置台4の方に近い方からA、B、Cとしている。また、試料A～D上には堆積物としてのSiO₂膜及びレジスト膜が形成されている。

【0022】このようなRIE装置を用いて、本発明の実施例の種々の処理ガスを用いて堆積物の除去を行う方法について説明する。そして、堆積物としての試料A～D上のSiO₂膜或いはレジスト膜のエッチレートを調査することにより、結果を評価した。

【0023】

(A) シリコンウエハの温度を0℃とする場合

(1) 第1の実施例

載置台4上のシリコンウエハ21を温度0℃に保持した状態で、処理ガスとしてCF₄ガス（流量は80SCCM）を導入し、処理室1内の圧力を0.13 Torrに保持する。次いで、高周波パワー（以下RFパワーという）500W（RFパワー密度1.1W/cm²）を上

部電極7b及び下部電極7a間に印加してプラズマを発生させ、所定の時間保持して、処理室1内壁及びシリコンウエハ21上に設置された試料A～Dに形成された堆積物を除去する。

【0024】4箇所に置いた試料A～D上のSiO₂膜及びレジスト膜のエッチレートを図1(a)、(b)及び図2に示す。更に、載置台4の温度を任意に変えて同様にエッチングを行った結果についても図1(a)、(b)及び図2にまとめた。

【0025】その結果、SiO₂膜の場合、図1(a)に示すように、シリコンウエハ21の温度が低くなるほど処理室1の内壁での除去速度は大きくなり、一方載置台4上での除去速度は小さくなった。そして、0℃付近

で除去速度が逆転した。また、レジスト膜の場合、図1(b)に示すように、SiO₂膜の場合のように逆転するまでには到らなかったが、同じ様な傾向を示した。そして、0℃付近で載置台4上でのSiO₂膜の除去速度と同程度になった。

【0026】次に、載置台4の温度を0℃とした前記の条件と載置台4の温度を80℃とした前記の条件で、実際に処理室1内に付着した堆積物の除去を行い、堆積物の除去に要する時間をそれぞれ求めた。なお、堆積物を付着させた条件は同じで、膜厚は1.5μmである。

【0027】その結果、載置台4の温度を0℃とした場合は約50分であるのに対して、載置台4の温度を80℃とした場合は10時間以上を要し、載置台4の温度を低温にした効果が大きい。

【0028】(2) 第2の実施例

処理ガスとしてSF₆ガス（流量は80SCCM）を用い、実施例1と同様にして4箇所に置いた試料A～DのSiO₂膜及びレジスト膜のエッチレートを求めた。

【0029】その結果、各エッチレートの値は、CF₄ガスのときよりも遅くなったが、載置台4温度に対する傾向は同様になり、載置台4の温度を0℃以下にすることによって処理室1内壁のエッチング速度は速くなることが確認された。

【0030】次に、載置台4の温度を0℃とした前記の条件と載置台4の温度を80℃とした前記の条件で、実際に処理室1内に付着した堆積物の除去を行い、堆積物の除去に要する時間をそれぞれ求めた。なお、堆積物を付着させた条件は同じで、膜厚は1.5μmである。

【0031】その結果、載置台4の温度を0℃とした場合は約25分であるのに対し、載置台4の温度を80℃とした場合は約7.5時間を要し、載置台4の温度を低温にした効果が大きい。

【0032】こうした結果は、反応ガスにNF₃ガスやCl₂ガスを用いた場合にも得られた。例えば、NF₃ガスを用いた場合であって、載置台4の温度を0℃とした場合は約18分であるのに対し、載置台4の温度を80℃とした場合は約5.3時間を要した。更に、Cl₂ガスを用いた場合、載置台4の温度を0℃とした場合は約50分であるのに対し、載置台4の温度を80℃とした場合は、10時間以上を要した。いずれの場合も、載置台4の温度を低温にした効果が大きい。

【0033】(3) 第3の実施例

反応ガスとしてCF₄ガス（流量は70SCCM）とO₂ガス（流量は10SCCM）との混合ガスを用い、他の条件は実施例1の場合と同様とした。

【0034】その結果、各エッチレートの値は実施例1のときよりも速くなったが、載置台4の温度に対する傾向は同様となり、載置台4の温度を0℃以下にすることにより処理室1内壁のエッチング速度は速くなることが確認された。

【0035】次に、載置台4の温度を0℃とした前記の条件と載置台4の温度を80℃とした前記の条件で、実際に処理室1内に付着した堆積物の除去を行い、堆積物の除去に要する時間をそれぞれ求めた。

【0036】その結果、載置台4の温度を0℃とした場合は約40分であるのに対し、載置台4の温度を80℃とした場合は10時間以上を要し、載置台4の温度を低温にした効果が大きい。

【0037】(4)第4の実施例

処理ガスとしてSF₆ガス(流量は70SCCM)とO₂ガス(流量は10SCCM)との混合ガスを用い、他の条件は実施例1の場合と同様とした。

【0038】その結果、各エッチレートは実施例2のときよりも、速くなったが、該載置台4の温度に対する傾向は同様となり、該載置台4の温度を0℃以下にすることによって処理室1内壁のエッチング速度は速くなることが確認された。

【0039】次に、載置台4の温度を0℃とした前記の条件と載置台4の温度を80℃とした前記の条件で、実際に処理室1内に付着した堆積物の除去を行い、堆積物の除去に要する時間をそれぞれ求めた。

【0040】その結果、載置台4の温度を0℃とした場合は約37分であるのに対し、載置台4の温度を80℃とした場合は10時間以上を要し、載置台4の温度を低温にした効果が大きい。

【0041】こうした結果は、フッ素を含むガスとしてNF₃ガス又はC₂F₄ガスを用いた場合にも得られた。また、NF₃ガスとO₂ガスの混合ガスを用いた場合、載置台4の温度を0℃としたときは約26分であったのに対し、載置台4の温度を80℃としたときは約7.6時間(30)を要した。更に、C₂F₄ガスとO₂ガスの混合ガスを用いた場合、載置台4の温度を0℃としたときは約1.2時間であるのに対し、載置台4の温度を80℃としたときは10時間以上を要した。いずれの場合も、載置台4の温度を低温にした効果が大きい。

【0042】また、O₂ガスの代わりにO₃ガスを用いた場合の結果もO₂ガスを用いた場合とほとんど変わらなかった。

(5)第5の実施例

処理ガスとしてCF₄ガス(流量は70SCCM)とN₂ガス(流量は10SCCM)との混合ガスを用い、他の条件は実施例1の場合と同様とした。

【0043】その結果、各エッチレートは実施例1のときよりも、速くなったが、載置台4の温度に対する傾向は同様となり、載置台4の温度を0℃以下にすることによって処理室1内壁のエッチング速度は速くなることが確認された。

【0044】次に、載置台4の温度を0℃とした前記の条件と載置台4の温度を80℃とした前記の条件で、実際に処理室1内に付着した堆積物の除去を行い、堆積物(50)

の除去に要する時間をそれぞれ求めた。その結果、載置台4の温度を0℃とした場合は約45分を要したのに対し、載置台4の温度を80℃とした場合は約6.8時間を要し、載置台4の温度を低温にした効果が大きい。また、載置台4の温度を80℃とした場合でも、N₂ガスを添加しない第1の実施例の場合と比較して短縮された。これは、フッ素イオンやフッ素ラジカルに対してシリコンよりもエッチングされにくいシリコン窒化膜でシリコンウエハの表面が被覆されたためだと考えられる。

【0045】こうした結果は、処理ガスとしてSF₆ガスやNF₃ガスやC₂F₄ガスにN₂ガスを混合したガスを用いた場合にも得られた。例えば、SF₆ガスとN₂ガスとの混合ガスを用いた場合であって、載置台4の温度を0℃としたときは約45分であるのに対し、載置台4の温度を80℃としたときは約9時間を要した。また、NF₃ガスとN₂ガスとの混合ガスを用いた場合、載置台4の温度を0℃としたときは約29分を要したのに対し、載置台4の温度を80℃としたときは約4.8時間を要した。更に、C₂F₄ガスとN₂ガスとの混合ガスを用いた場合であって、載置台4の温度を0℃としたときは約1.4時間を要したのに対し、載置台4の温度を80℃とした場合は約9.9時間を要した。いずれの場合も、載置台4の温度を低温にした効果が大きく、かつ載置台4の温度を80℃とした場合でも、N₂ガスを添加しない第2の実施例の場合と比較して除去速度が短縮された。

【0046】また、N₂ガスの代わりにN₂Oガスを用いた場合も、N₂ガスを用いた場合とほとんど変わらなかった。更に、これらの処理ガスにO₂ガス(流量は10SCCM)を混合した場合はそれぞれの結果と同等或いは若干短い時間となった。

【0047】(6)第6の実施例

処理ガスとしてCF₄ガス(流量は70SCCM)とHeガス(流量は10SCCM)との混合ガスを用い、他の条件は実施例1の場合と同様とした。

【0048】その結果、各エッチレートは実施例1のときよりも、速くなったが、載置台4の温度に対する傾向は同様となり、載置台4の温度を0℃以下にすることによって処理室1内壁のエッチング速度は速くなることが確認された。

【0049】次に、載置台4の温度を0℃とした前記の条件と載置台4の温度を80℃とした前記の条件で、実際に処理室1内に付着した堆積物の除去を行い、堆積物の除去に要する時間をそれぞれ求めた。

【0050】その結果、載置台4の温度を0℃とした場合は約45分であるのに対し、載置台4の温度を80℃とした場合は約6.8時間を要し、載置台4の温度を低温にした効果が大きい。これは、シリコンウエハ21の温度の低下に伴い、シリコンウエハ21との反応が抑制され、フッ素イオンやフッ素ラジカルの消費が低減した

ためだと考えられる。また、載置台4の温度を80℃とした場合でも、Heガスを添加しない第1の実施例の場合と比較して短縮された。

【0051】こうした結果は、処理ガスとしてSF₆ガス、NF₃ガス又はCl₂ガスにHeガスを混合したガスを用いた場合にも得られた。例えば、SF₆ガスとHeガスとの混合ガスを用いた場合であって、載置台4の温度を0℃としたときは45分を要したのに対し、載置台4の温度を80℃としたときは約9時間を要した。また、NF₃ガスとHeガスとの混合ガスを用いた場合、載置台4の温度を0℃としたときは約29分であるのに対し、載置台4の温度を80℃としたときは約4.8時間を要した。更に、Cl₂ガスとHeガスとの混合ガスを用いた場合であって、載置台4の温度を0℃としたときは約1.4時間を要したのに対し、載置台4の温度を80℃としたときは約9.9時間を要した。いずれの場合も、載置台4の温度を低温にした効果が大きく、かつ載置台4の温度を80℃とした場合でも、Heガスを添加しない第2の実施例の場合と比較して除去速度が短縮された。

【0052】また、Heガスの代わりにArガスを用いてもHeガスの場合の結果より若干処理時間は長くなったが、その傾向は殆ど変わらなかった。更に、これらの処理ガスにO₂ガス(流量は10SCCM)又はN₂ガス(流量は10SCCM)を混合した場合にはそれぞれの結果と同等或いは若干短い時間となった。

【0053】

(B) シリコンウエハの温度を80℃とする場合

(7) 第7の実施例

載置台4上のシリコンウエハ21を温度80℃に保持した状態で、処理ガスとしてCF₄ガスとO₂ガスとの混合ガスを導入し、処理室1内の圧力を0.13 Torrに保持する。次いで、高周波パワー(以下RFパワーという)500W(RFパワー密度1.1W/cm²)を上部電極7b及び下部電極7a間に印加してプラズマを発生させて、所定の時間保持し、処理室1内壁及びシリコンウエハ21上に設置された試料A~Dに形成された堆積物を除去する。なお、O₂ガスの混合比率を任意に変える。

【0054】結果として、混合比率に対するそれぞれの試料A~Dに形成された堆積物のエッチレートを図2

(a), (b)にまとめた。この結果、O₂ガスの混合比率を40%以上にするによって、処理室1内壁に対向する方向のSiO₂膜のエッチレートは実施例1や実施例3のときよりも速くなった。一方、載置台4上のSiO₂膜のエッチレートは実施例1や実施例3のときと比べて低下したが、処理室1内壁に対向する方向のSiO₂膜のエッチレートよりは速いことから、この点が堆積物の除去に律速となることはない。なお、上記の実験において、O₂ガスの混合比率が60%以上で

は塵が生じ易くなり、好ましくない。

【0055】次に、処理ガスとしてCF₄ガス(流量は40SCCM)とO₂ガス(流量は40SCCM)の混合ガスを用いた前記の条件で、実際に処理室1内に付着した堆積物の除去を行った。

【0056】その結果、堆積物の除去に13分を要し、40%以上の混合比率でO₂ガスを添加することにより第1の実施例と比較して大幅に短縮された。これは、フッ素イオンやフッ素ラジカルに対してシリコンよりもエッチングされにくいシリコン酸化膜でシリコンウエハの表面が被覆され、フッ素イオンやフッ素ラジカルの消費が抑制されたためだと考えられる。

【0057】なお、O₂ガスの混合比率は40%以上60%未満であることが好ましい。なぜなら、O₂ガスの混合比率が40%を下回ると処理室1内壁に付着した堆積物の除去速度の向上が見られなかったからである。一方、O₂ガスの混合比率が60%以上では塵が生じ易くなり、製品を処理した場合の歩留りを低下させる原因になるからである。

20 【0058】(8) 第8の実施例

処理ガスとしてSF₆ガスとO₂ガスとの混合ガスを用い、他の条件は実施例7の場合と同様とした。更に、O₂ガスの混合比率を任意に変えて同様にエッチングを行い、それぞれのエッチレートを図3にまとめた。

【0059】その結果、O₂ガスの混合比率をほぼ40%以上にすることによって、処理室1内壁に対向する方向のSiO₂膜のエッチレートは実施例2や実施例4のようなSF₆ガス(流量は70SCCM)とO₂ガス(流量は10SCCM)との混合ガスの場合よりも速くなった。また、載置台4上のSiO₂膜のエッチレートは実施例2や実施例4の場合と比べて低下したが、処理室1内壁に対向する方向のSiO₂膜のエッチレートよりは速いことから、この点が堆積物の除去に律速となることはない。

【0060】次に、処理ガスとしてSF₆ガス(流量は40SCCM)とO₂ガス(流量は40SCCM)の混合ガスを用いた前記の条件で、実際に処理室1内に付着した堆積物の除去を行った。その結果、堆積物の除去に10分を要し、40%以上の混合比率でO₂ガスを添加することにより第2の実施例と比較して大幅に短縮された。これは、フッ素イオンやフッ素ラジカルに対してシリコンよりもエッチングされにくいシリコン酸化膜でシリコンウエハの表面が被覆され、フッ素イオンやフッ素ラジカルの消費が抑制されたためだと考えられる。

【0061】なお、O₂ガスの混合比率は40%以上60%未満が好ましい。なぜなら、O₂ガスの混合比率が40%を下回ると処理室1内壁に付着した堆積物の除去速度の向上が見られなかったからである。一方、O₂ガスの混合比率が60%以上では塵が生じ易くなり、製品を処理した場合の歩留りを低下させる原因になるからで

ある。

【0062】上記の結果は、処理ガスとしてNF₃ガス又はCl₂ガスとO₂ガスとの混合ガスを用い、O₂ガスの混合比率を40%以上60%未満にした場合にも得られた。例えば、NF₃ガスとO₂ガスとの混合ガスを用いた場合で約9分であった。このときも上記と同じ理由でO₂ガスの混合比率は40%以上60%未満が好ましい。また、Cl₂ガス（流量は40SCCM）とO₂ガス（流量は40SCCM）との混合ガスを用いた場合で約1時間を要した。このときも上記と同様な理由でO₂ガスの混合比率は40%以上60%未満が好ましい。いずれの場合も、40%以上60%未満の混合比率でO₂ガスを添加することにより第2の実施例と比較して除去速度が大幅に短縮された。しかも、塵が生じないので、清浄さが一層増した。

【0063】また、O₂ガスの代わりにO₃ガスを用いた場合の歩留りも、O₂ガスを用いた場合の歩留りと殆ど変わらなかった。以上のように、本発明の第1～第8の実施例によれば、大気開放しないで処理室の清浄化を行えるので、清浄化の作業を行う人の安全を確保できる効果を有し、しかも清浄化に要する時間も大幅に短縮できるので、このような製造装置を半導体装置の製造において用いる場合、製造装置の稼働率向上に寄与するところが多い。

【0064】

【発明の効果】以上のように、本発明の半導体製造装置の清浄方法によれば、載置台の保護のためのシリコンウエハの温度を0℃以下に保持することにより、又は処理ガスに酸素や窒素を含むガスを混入して該シリコンウエハ表面にシリコン酸化膜又はシリコン窒化膜を形成することにより、シリコンウエハ表面でのフッ素イオン等の消費を低減して処理室の内壁へのフッ素イオン等の供給を促進し、堆積物の除去速度を上げることができる。又は、処理ガスに希ガスを混入することによりフッ素を含

むガスのイオン化効率を高めてフッ素イオン等の供給を促進し、堆積物の除去速度を上げることができる。

【0065】これにより、大気開放しないで処理室の清浄化を行えるので、清浄化の作業を行う人の安全を確保できる効果を有し、しかも清浄化に要する時間も大幅に短縮できるので、このような製造装置を半導体装置の製造において用いる場合、製造装置の稼働率向上に寄与するところが多い。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の実施例のシリコンウエハ温度に対するSiO₂膜及びレジスト膜のエッチレートについての比較説明図である。

【図2】本発明の実施例のCF₄ガスを含む処理ガスのO₂ガスの混合比率に対するSiO₂膜及びレジスト膜のエッチレートについての比較説明図である。

【図3】本発明の実施例のSF₆ガスを含む処理ガスのO₂ガスの混合比率に対するSiO₂膜及びレジスト膜のエッチングレートについての比較説明図である。

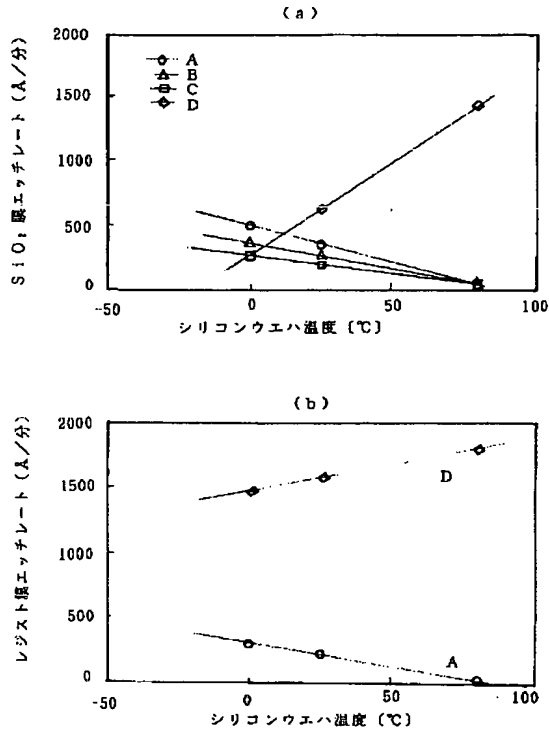
20 【図4】本発明の実施例に係る平行平板型RIE装置について説明する構成図である。

【符号の説明】

- 1 チャンバ（処理室）、
- 2 ガス導入口、
- 3 排気口、
- 4 載置台、
- 5 静電チャック、
- 6 直流電源、
- 7 a 上部電極、
- 7 b 下部電極、
- 8 高周波電源、
- 9 石英窓、
- 10 終点検出器、
- 11 レコーダー、
- 21 シリコンウエハ（保護体）。

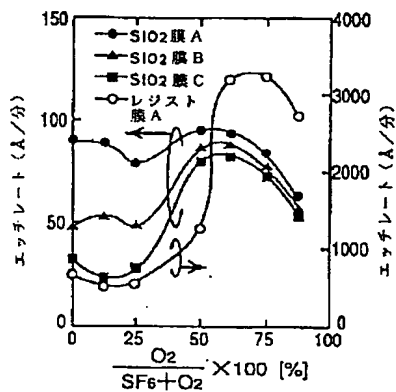
【図1】

本発明の実施例のシリコンウエハ温度に対する SiO_2 膜及びレジスト膜のエッチレートについての比較説明図



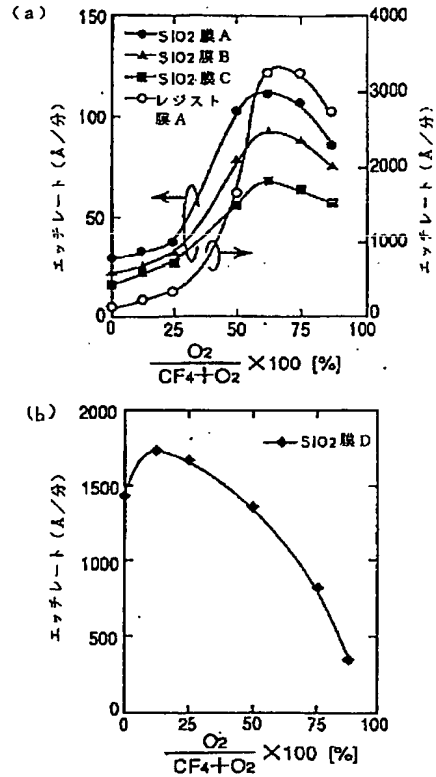
【図3】

本発明の実施例の SF_6 ガスを含む処理ガスの O_2 ガスの混合比率に対する SiO_2 膜及びレジスト膜のエッチレートについての比較説明図



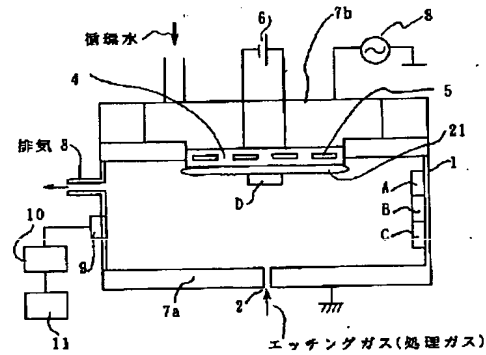
【図2】

本発明の実施例の CF_4 ガスを含む処理ガスの O_2 ガスの混合比率に対する SiO_2 膜及びレジスト膜のエッチレートについての比較説明図



【図4】

本発明の実施例に係る平行平板型
RIE装置について説明する構成図



- | | |
|--------------|-------------|
| 1: チャンバ(処理室) | 7b: 下部電極 |
| 2: ガス導入口 | 8: 高周波電源 |
| 3: 排気口 | 9: 石英窓 |
| 4: 載置台 | 10: 終点検出器 |
| 5: 静電チャック | 11: レコーダー |
| 6: 直流電源 | 21: シリコンウエハ |
| 7a: 上部電極 | (保護体) |